



3. Investigaciones educativas

Los programas de física, química y formación tecnológica en la educación básica, por JESUS LAHERA CLARAMONTE

La próxima implantación en nuestro país de la Educación General Básica será cronológicamente posterior al funcionamiento en otros países de sistemas educativos de directrices comparables. Refiriéndonos concretamente a la formación científica, se han experimentado a este nivel numerosos proyectos educativos para una enseñanza terminal, de acceso a estudios superiores o de promoción a la formación profesional. Los contenidos de los programas de la educación básica española resultan por tanto condicionados por estos proyectos de eficacia comprobada. Por nuestras circunstancias actuales es deseable una participación de todo el profesorado en las tendencias internacionales en materia educativa, procurando compatibilizar esta participación con las aportaciones individuales, evitando siempre la apresurada improvisación que—salvo infrecuentes genialidades—son generalmente arriesgadas en materia de enseñanza.

La aceptación de nuestra limitada formación didáctica y el simultáneo deseo de un conocimiento y adaptación de métodos modernos de enseñanza debe ser la actitud—que implica ciertamente un esfuerzo personal considerable—de todo el estamento docente cuya misión fundamental es la formación y perfeccionamiento del profesorado de educación básica, teniendo siempre el ánimo abierto al ensayo, a la reforma y a la colaboración. Nuestra labor docente debe caracterizarse por la constante transferencia, con efecto multiplicador, de esta actitud a nuestros alumnos.

Pretendemos aquí mostrar algunos supuestos fundamentales en la elaboración de los programas escolares de física y química, materias que indudablemente son consideradas como áreas fun-

damentales en el nivel básico. Por supuesto, las ideas que se exponen representan tan sólo, por su generalidad, un posible esquema de trabajo. En definitiva, la estructuración de los programas (considerando aspectos como métodos, periodización del trabajo, material didáctico, evaluación de rendimiento) es competencia del Ministerio de Educación y Ciencia, y tal estructuración adquirirá la flexibilidad suficiente para la adaptación de los programas a las diferentes zonas geográficas. Pero la tendencia a que los centros tengan una creciente autonomía didáctica posibilita que, como en nuestro caso, cualquier profesor vinculado de alguna manera a la educación básica pueda expresar su opinión y experiencia personal. Somos conscientes de que los conceptos que se encuentran en la referencia bibliográfica que se adjunta no son susceptibles de resumirse en un artículo: representan gran parte del contenido de una actividad profesional.

LAS UNIDADES DIDACTICAS DE FISICA Y QUIMICA

En la mayoría de los proyectos educacionales el desarrollo de los contenidos de enseñanza se realiza en forma de *unidades didácticas*. Esta modalidad fue ya adoptada en los Cuestionarios Nacionales de Enseñanza Primaria (orden ministerial de 8 de julio de 1965), resultando aconsejable, por los resultados obtenidos, continuar con esta estructuración en la educación básica.

Una unidad didáctica representa una forma de organizar y estructurar la labor docente de modo que constituya «un grupo de conocimientos y actividades, aprendidos y realizados en la escuela,

en torno a un tema central de gran significado y utilidad para el escolar». Una unidad didáctica presentará tres aspectos:

- a) Unidad de *materia* o de contenido.
- b) Unidad de *tiempo* (con consideraciones sobre racionalización y periodización del trabajo escolar).
- c) Unidad de *método* (utilizando los que requieren una mayor actividad y participación del alumno).

Las unidades didácticas de física y química deben ser:

Básicas o fundamentales, que no significa que han de tratar sobre temas anacrónicos, sino sobre cuestiones modernas desarrolladas, por supuesto, a nivel básico. Cumplen, por ejemplo, con esta condición las unidades «La estructura de la materia y sus propiedades» y «Las transformaciones químicas y sus aplicaciones».

Realistas y ambientadas, relacionadas con el medio ambiente del escolar. En una región industrial convendrá insistir ampliamente sobre unidades como «La electricidad y sus efectos», «El hierro y el acero», mientras que en una zona agrícola presentarán más interés «Fenómenos atmosféricos y el tiempo» o «Los abonos».

Funcionales, de modo que permitan establecer relaciones con otras ciencias y presenten aplicaciones de interés inmediato. Así, el desarrollo de la unidad «El calor» hará referencia a la combustión de las cosas, la combustión de los alimentos en nuestro organismo, el calor del sol y las estaciones, fuentes de calor, etc., además de los conceptos peculiarmente físicos sobre esta forma de energía. La unidad «Las moléculas» debe considerar las más sencillas (agua, cloro, gas carbónico) y dar idea de las macromoléculas biológicas (almidón, celulosa) y sintéticas (plásticos).

Con respecto al momento psicológico en que se encuentra el escolar, se tendrá en cuenta que en la primera fase de la educación básica—normalmente para niños de seis a diez años—predomina al principio el carácter *globalizador*, no analítico, acrecentándose progresivamente el proceso de diferenciación de materias. En este período el aprendizaje de la física se reduce a la *observación* de fenómenos físicos naturales o de fácil realización; igualmente en química se efectuarán experiencias de gran significación, en lo posible con productos conocidos por el escolar. El desarrollo de estas unidades didácticas no debe suponer un riguroso orden cronológico ni científico, ya que frecuentemente nos veremos obligados a mostrar lecciones ocasionales o estudios específicos del medio ambiente.

En la segunda fase—normalmente para niños de once a trece años—, además de producirse una moderada diversificación de la enseñanza por áreas de conocimiento, se tenderá a una mayor *diferenciación* de conocimientos y a una *sistematización* progresiva. Resulta especialmente necesario a este nivel una *coordinación* con otras áreas de conocimiento, apareciendo así las ma-

temáticas como un lenguaje científico de gran brevedad y aplicación. En esta fase, después de prácticas esencialmente metrológicas, el experimento adquiere la configuración del método habitual para la elaboración de los conceptos. Se estudia así la física en su aspecto *cuantitativo* (medidas, fórmulas, leyes), principalmente las relaciones de proporcionalidad directa entre magnitudes físicas. En química debe patentizarse la necesidad de admitir «modelos» para explicar el comportamiento de las sustancias, considerando además el carácter utilitario de esta ciencia.

La unidad didáctica de física y química debe considerarse como una unidad de *trabajo*, en la que los alumnos toman parte activa, elaborando—bajo la orientación del profesor—conceptos sobre la realidad fisicoquímica, de manera que el profesor no comunica sus conocimientos rígida y autoritariamente, sino que guía a sus alumnos a resultados que se desprenden de la correcta interpretación de las observaciones y experiencias realizadas. Es recomendable, en lo posible, simultanear las explicaciones teóricas del profesor con su realización práctica, por él mismo, por grupos de alumnos previamente informados o, en caso óptimo, por el propio alumno, si se dispone de material múltiple (aula-laboratorio).

Al menos, una unidad didáctica representa el siguiente conjunto de actividades:

1. Estimular el *interés* del alumno hacia el estudio de un fenómeno concreto y significativo.
2. Formular a los alumnos *preguntas* interesantes sobre el tema.
3. Participación conjunta de profesor y alumnos en sugerir *métodos* para responder a las preguntas formuladas anteriormente y a las planteadas por los alumnos.
4. Acopiar *datos* de fuentes muy diversas (libros, experimentos, fotografías, etc.).
5. Elaborar y verificar las *soluciones* de los problemas planteados.
6. *Resumir* los resultados encontrados e idear métodos de *presentarlos* (esquemas, redacciones, breves informes científicos, etc.).
7. Considerar las *aplicaciones* prácticas del estudio realizado y sentar las bases para estudios posteriores de mayor alcance.

Cientamente el profesor no puede improvisar tal riqueza de actividades. Una unidad de *recursos científicos* es un plan preliminar ensayado por los profesores sobre un tema del programa antes de exponerlo ante los alumnos; constituye, pues, la preparación inmediata de la labor cotidiana del profesor.

La realización de esta preparación es específica de cada profesor, pero puede admitirse en general el siguiente esquema (Carin y Sund):

- I. *Presentación de las metas deseadas.*
- II. *Formación de conceptos científicos y generalizaciones.*
 - A) Anticipación de preguntas y problemas planteados por los alumnos.
 - B) Relaciones entre los principios científicos y el contenido.

III. Actividades científicas propuestas.

- A) Actividades iniciales y formulación de preguntas.
- B) Actividades en busca de respuestas.
- C) Actividades de enriquecimiento.
- D) Actividades culminantes.
- E) Evaluación.

IV. Bibliografía científica.

- A) Lectura de materiales por el profesor.
- B) Lectura de materiales por los alumnos.

V. Equipos y materiales científicos.

- A) Equipo y suministros científicos.
- B) Otro material para la enseñanza audiovisual.

EL PROGRAMA DE FISICA

El programa de física debe implicar indudablemente un posible desarrollo *experimental* de sus contenidos, en el que se muestren los medios por los que habitualmente se adquiere el conocimiento científico. Esto no significa en modo alguno que el programa sea un repertorio de experiencias, ya que una experiencia únicamente adquiere sentido dentro de un esquema científico coherente.

En este supuesto, una primera parte del programa de física debe consistir—como propugna el *proyecto IPS*—en una iniciación experimental que debe conducir al «desarrollo de la evidencia de un modelo atómico de la materia», para lo cual el procedimiento seguido es «el experimento del alumno y el razonamiento encauzado sobre los resultados del experimento». Las experiencias que se seleccionan para este fin no son muy numerosas; en definitiva, importa más la calidad de las mismas. En el proyecto anterior la *base experimental* abarca el siguiente conjunto de experiencias:

1. Realización de un experimento muy *significativo* (se propone el de la destilación de la madera por calentamiento en tubo de ensayo), haciendo preguntas sobre el mismo hasta agotar sus posibilidades.

2. Actividades de *metrología*, específicamente de volúmenes y de masas, comprobando la conservación de la masa como un ejemplo concreto de las leyes de conservación en la naturaleza.

3. Desarrollo experimental del concepto de *propiedad característica* de un cuerpo, estableciendo criterios de diferenciación de sustancias; razonadamente aparecen como propiedades características la densidad, la dilatación térmica de los cuerpos, la elasticidad y, principalmente, sus temperaturas de fusión y de ebullición.

4. El alumno llega por convicción al establecimiento de otra propiedad característica: la solubilidad (con aspectos como el efecto de la temperatura, disolventes, solubilidad de gases, etc.). Las ideas adquiridas así por vía experiencial conducen lógicamente a procedimientos de separación de sustancias (destilación, cristalización e

¡incluso! cromatografía sobre papel). Los conceptos de compuesto y elemento se comprenden así sin confusión y, en definitiva, se llega a la necesidad de establecer un *modelo atómico* de la materia. Es posible, por la sencillez de las experiencias necesarias, determinar con aproximación suficiente el tamaño y masa de átomos y moléculas, como el ya difundido cálculo de la molécula de ácido oleico, por formación sobre agua de una película finísima que puede considerarse como monomolecular.

5. El proyecto *IPS* termina estudiando el *movimiento molecular* (difusión, densidad y presión de un gas), resultando evidente la ley de Boyle y las características del movimiento molecular de líquidos y sólidos, siendo posible, además, dar una interpretación correcta al calor.

Con esta base experimental, el alumno está en condiciones óptimas de iniciar, en una segunda fase de su aprendizaje, un curso de *física fundamental*. La *amplitud* de este programa de física está condicionada por el gigantesco desarrollo actual de la ciencia y de la técnica. Si queremos lograr una formación científica en el escolar que corresponda a la época en que vive tendremos que incluir en el programa cuestiones como radio, televisión, viajes espaciales, etc. En este sentido es preferible que los programas sean extensos, aunque algunas nociones sean presentadas a título estrictamente informativo, pero que el alumno no debe desconocer. De todas formas, deben resaltarse las *cuestiones más fundamentales* en física, como (según las recomendaciones de la OCDE y del GIREP) son:

- Espacio, tiempo, materia.
- Corpúsculos, ondas.
- Orden, desorden. Cambios de estado de la materia.
- Campos:
 - a) Gravitatorio.
 - b) Electromagnético.
 - c) Nuclear.
- Leyes de conservación y las transformaciones de la energía.

No es posible aquí dar detalles concretos sobre el desarrollo a nivel básico de estos conceptos, pero sí señalar que debe subrayarse que la física es esencialmente la ciencia que trata de la *energía* y que la división tradicional en mecánica, electricidad, etc., es un esquema convencional en el que cada una de estas partes estudia una determinada forma de energía. Las *transformaciones* de las distintas formas de energía permite obtener una visión global, unitaria, del contenido de la física.

Refiriéndonos a la *ordenación* del contenido del programa de física, no es adecuado a nivel básico un criterio rigurosamente científico, pues en este caso la mecánica debe preceder a cualquier otro estudio de la física; pero está demostrado que los conocimientos de mecánica no son los más interesantes para los niños, por lo que teniendo en cuenta este hecho psicológico no pro-

cede seguir un criterio científico, que, por supuesto, es adoptado en grados superiores de la enseñanza.

La ordenación del programa según un *criterio didáctico* contempla las características estructurales y metodológicas de la propia ciencia y los intereses concretos de los alumnos. La característica principal de estos programas es tratar las cuestiones de *óptica* lo antes posible, contrariamente a los programas tradicionales, en que esta parte de la física se estudia al final. El anteponer el estudio de la *óptica* se justifica por varias razones:

a) Presenta interés para los niños (vivimos a la luz, manejamos espejos, lentes, cámaras fotográficas, etc.).

b) Para el desarrollo de las principales nociones de *óptica* sólo se requiere la aplicación de rudimentos de geometría.

c) El estudio de la luz obliga al alumno a elaborar algún modelo (corpúscular u ondulatorio) sobre su naturaleza y comprende la necesidad de formular otros modelos sobre la propia materia (átomos, moléculas, partículas elementales).

Esta orientación programática es la que sigue el *método PSSC* de enseñanza de la física, cuyas directrices deben ser tenidas en cuenta indubitablemente en la orientación del programa de física en la educación básica. El objetivo de este proyecto es «presentar la física no como un conglomerado de fenómenos, sino básicamente como un proceso continuo que permite a los hombres la búsqueda de la comprensión de la naturaleza del mundo físico». La física es, pues, como un grandioso edificio en construcción, y en el método PSSC se pretende «hacer ver el plano del edificio, mostrar lo que han hecho los constructores, examinar algunas de las partes que en la actualidad se hallan en construcción y advertir ocasionalmente dónde es aún incompleto el diseño». Ciertamente, al seguir el curso sentimos la impresión de que estamos haciendo física; incluso psicológicamente este hecho es la característica fundamental del curso. Gran parte de países han verificado reformas en sus planes de estudio que se inspiran en este proyecto norteamericano y un trabajo por hacer es qué contenidos del mismo y qué sugerencias y actividades son aplicables a la educación básica española.

Según las orientaciones anteriores, el programa de física podría estructurarse de la siguiente forma:

I. *El universo*.—Metrología de tiempos, distancias y masas. Movimiento. Átomos y moléculas.

II. *Óptica y ondas*.—Comportamiento de la luz. Espejos, lentes, instrumentos. Ondas y luz.

III. *Mecánica*.—Movimiento. Energía. Formas de energía. Calor. Transformaciones de la energía.

IV. *Electricidad y estructura atómica*.—Electricidad. Energía eléctrica. Estructura atómica. Energía nuclear.

V. *La energía*.—Fuentes y utilización de la energía.

EL PROGRAMA DE QUÍMICA

Los profesores pueden iniciar a sus alumnos en el estudio de la química principalmente de dos formas:

a) Mediante la realización de *experiencias* que exijan para su interpretación el establecimiento de una teoría sobre la constitución y comportamiento de las sustancias químicas que intervienen en ellas.

b) Mediante la aplicación concreta de las consecuencias que se deducen de la teoría del *enlace químico*.

Los proyectos *CHEM* y *Nuffield* intensifican desde el principio el *carácter experimental* de la química, que, por supuesto, debe ser el predominante en la primera fase de la educación básica; de estos métodos pueden seleccionarse ideas y procedimientos adecuados a este nivel de enseñanza. Se pretende en el *CHEM* «procurar a aquellos alumnos que no han de proseguir estudios superiores de química la comprensión de la importancia de la ciencia en las actividades humanas presentes y futuras». La base de la formación química es el experimento, de modo que el primer día de curso comienza ya en el laboratorio, pero el trabajo experimental no es meramente descriptivo, sino que se dedica preferentemente a deducir principios químicos importantes a partir de relevantes experiencias de laboratorio. También el desarrollo del proyecto *Nuffield* es fundamentalmente experimental, con la innovación de que las discusiones de los resultados logrados en el laboratorio se realiza en forma de coloquio por grupos de alumnos, coordinados por el profesor.

El método experimental debe conseguir, según un informe de la OCDE, los siguientes objetivos:

1. El carácter de la química como ciencia *experimental*, en las que desde el principio las observaciones y experiencias representan los procedimientos habituales de trabajo.

2. El desarrollo de las primitivas nociones del alumno sobre las *propiedades* de las sustancias hasta una nueva concepción, de carácter científico, de tales propiedades.

3. La introducción de los conceptos de «cambio químico» y «reacción química» mediante ejemplos adecuados.

4. La naturaleza de los fundamentos de la «arquitectura de la materia» y una introducción experimental a la *teoría atómica*, que resalte la naturaleza eléctrica de la materia.

El número de *experiencias* a realizar en este sentido puede reducirse notablemente, agotando en lo posible la consideración de los aspectos cualitativos. (La descripción de una vela encendida puede comprender—según se muestra en el *CHEM*— hasta 53 observaciones, propiedades o aspectos.) La acumulación de información por medio de la observación, la búsqueda de regularidades posibles en los hechos experimentados, el descubrimiento de analogías entre un proceso y otro que comprendemos bien, la comunicación

de la información científica, son las *fases* principales del trabajo experimental.

Operaciones elementales de laboratorio permiten establecer a este nivel los conceptos de *mezcla* y *disolución* y deben sugerirse por los propios alumnos procedimientos sencillos de separación de los componentes de una mezcla o de una disolución. Se establecerá, estrictamente por observación de propiedades, las características de un *sistema químico* en el estado inicial y—después de producirse una transformación química—en el estado final. Se adquirirá un primer concepto de especie química, y para justificar las *leyes ponderales* en los cambios químicos será necesario admitir una hipótesis atómica sobre la constitución de los cuerpos. Puesto que la experimentación correspondiente es muy sencilla, conviene estudiar seguidamente la *electrólisis* como el efecto químico de la corriente eléctrica, cuya interpretación obliga a pensar que en las disoluciones hay partículas dotadas simultáneamente de masa y carga: los *iones*. Finalmente, se recomienda el *estudio monográfico* de una especie química como el agua, que permite además presentar una revisión de conjunto, reiteración y coordinación de las principales ideas expuestas durante el curso. La monografía de este compuesto (estado natural, electrólisis, componentes, potabilización, acción disolvente, etc.) debe representar el modelo *metodológico* para el estudio de otras especies químicas.

En una segunda fase de sistematización se da mayor precisión a las adquisiciones logradas en cursos anteriores, discerniendo claramente los conceptos tratados experimentalmente. Se usan los símbolos y fórmulas como representación simplificada de elementos y compuestos, estableciendo las bases de una *nomenclatura funcional* que, desde luego, no debe distraer demasiado la atención del alumno.

Debe estudiarse la transformación química en *estado gaseoso* para introducir experimentalmente el concepto de molécula y la hipótesis de Avogadro. Es muy conveniente, en este momento, considerar la transformación química como un proceso con manifestación energética principalmente *calorífica*, estudiando en este sentido sistemas como ácido clorhídrico-agua, cinc-sulfato de cobre, etc., en los que el cambio calorífico es ostensible; es una práctica muy sencilla la determinación de un calor de reacción o de combustión, apareciendo la ley de Hess como un caso particular del principio de conservación de la energía. El estudio de *ácidos*, *bases* y *sales* presentará en principio un carácter fenomenológico.

La electrólisis y la naturaleza eléctrica de la materia requiere la admisión de «modelos» atómicos y moleculares. Debe destacarse aquí que el tradicional *modelo de Bhor* debe ser sustituido por otros más didácticos, especialmente por el *modelo* de «nube de carga» de *Kimball*; nuestra experiencia docente nos ha puesto de manifiesto las dificultades del modelo atómico de Bhor, tan arraigado en los libros elementales de química.

Los aspectos teóricos del curso deben completarse con cuestiones más concretas, como la monografía del *petróleo*, las principales *industrias químicas inorgánicas* (el hierro y el acero, el aire como materia prima) y orgánicas (azúcar, alcohol, jabones y detergentes, plásticos). El curso debe finalizar con la aplicación de la química a las ciencias de la naturaleza, con aspectos como las proteínas y los alimentos, la respiración, etcétera, estableciéndose a nivel elemental la iniciación al estudio de la *bioquímica*.

En resumen, un programa de química para la fase de sistematización dentro de la educación básica puede contener los siguientes aspectos:

I. *Las sustancias químicas*.—Mezclas y disoluciones. Sustancias simples y compuestas. Átomos y moléculas.

II. *La transformación química*.—Reacciones entre gases. Relaciones y cálculos. Manifestaciones energéticas en las reacciones químicas. Combustión.

III. *Energía eléctrica y transformación química*.—Electrólisis. Concepto de ion. Transformación de la energía química en eléctrica.

IV. *Modelos atómicos y moleculares*.—Formación de moléculas. Modelos didácticos.

V. *Ácidos, bases y sales*.—Experiencias y conceptos.

VI. *Monografías de sustancias químicas*.—El agua. El petróleo.

VII. *La industria química*.—Síntesis importantes. Procesos tecnológicos. Macromoléculas. Polímeros y plásticos.

LA FORMACION TECNOLOGICA

Para hacer realidad la formación integral que debe adquirir el alumno en la educación fundamental, y como posible procedimiento de orientación, en su caso, hacia el trabajo técnico generalizado, se perfila la disciplina de la *formación tecnológica*. Es una necesidad que solicita nuestra sociedad actual, en creciente tecnificación.

Pero por el carácter no especializado de la educación básica, esta disciplina no debe identificarse con una concreta iniciación profesional, sino que mejor debe consistir en el desarrollo de actividades y práctica *preprofesionales* que faciliten la orientación vocacional. En conjunto, la formación tecnológica a este nivel no debe tener sustantividad propia, sino que debe vincularse a las restantes áreas del conocimiento científico; por razones evidentes, debe relacionarse estrechamente con la física y química, cuya investigación fundamental ha originado en gran parte el desarrollo tecnológico actual. En estas circunstancias, y sin ánimo de agotar el tema, pueden citarse dos tipos principales de actividades:

A) *De habilidad creadora*.—La formación tecnológica—para que no se reduzca a un adiestramiento manipulativo del alumno—debe ser peculiarmente creadora, teniendo en ella cabida toda actividad que contribuya al desarrollo de la creatividad científica. He aquí algunos ejemplos:

- Examen analítico de objetos, piezas, utensilios, máquinas, realizando croquis y esquemas, y estudiando sus posibles funciones y modificaciones.
- Presentar distintos materiales (madera, corcho, cartón, plástico) y seleccionar los más adecuados para la construcción de una determinada pieza u objeto.
- Proyectar una herramienta (sierra, taladrador, limadora, destalonadora) u objeto doméstico (grifo, plancha eléctrica) de uso predeterminado.
- Interpretar croquis, maquetas y planos (de motores, edificios), etcétera.
- Idear y realizar mecanismos (poleas, polipastos, transmisores del movimiento, escaleras automáticas) o circuitos eléctricos autocontrolados (termostato, relé).
- Sugerir modificaciones posibles en aparatos de medida (termómetros, velocímetros) y sugerir nuevos tipos.
- Idear montajes eléctricos (iluminación gradual de una sala, bombillas destellantes, timbre eléctrico, altavoces).
- Proyectar aparatos ópticos (lentes, espejos retrovisores, cámara fotográfica). Idear un método para obtener diapositivas.
- Idear montajes con material de vidrio para manipulaciones químicas y obtención de productos. Idear ingenios de base química (extintor de incendios).
- Ver documentales científicos, realizar visitas a fábricas de distintas características; resumir por escrito y gráficamente lo observado.

B) *De habilidad manual.*—Se iniciará el aprendizaje y manejo de herramientas y técnicas, pero a un nivel que no suponga una intromisión en el terreno de la formación profesional, cuya finalidad es la capacitación de los alumnos para el ejercicio de una profesión determinada. El material requerido para este fin puede ser:

- Bancos combinados para ajuste de carpintería y mecánica.
- Material y herramientas para trabajo en vidrio.
- Herramientas para trabajo en metal.
- Equipos de encuadernación.
- Aparatos pirograbadores.
- Material para montajes mecánicos.
- Material para montajes eléctricos.
- Soldadores para circuitos electrónicos.
- Material de cerámica y escayola.

OTRAS MODALIDADES DE PROGRAMACION

La programación por unidades didácticas puede admitirse en líneas generales para la totalidad de la educación básica. Pero la autonomía de los centros que se propugna en nuestro sistema educativo, además de evitar la uniformidad estricta de los mismos, de considerarlos en su

situación peculiar, en la singularidad de los alumnos y en sus condicionamientos ambientales, permite que los educadores ejerzan sus funciones de docencia e investigación empleando los métodos que se consideren más adecuados, dentro de los planes y programas generales.

Este supuesto permite promover centros piloto de experimentación didáctica, en los que se ensayen programas y métodos peculiares, al menos con una intensidad prudencial que permita comprobar la adecuación y eficacia de los mismos. Por supuesto que toda investigación en este sentido implica la acción simultánea y coordinada de *expertos* en didáctica general y de *especialistas* en las didácticas de las distintas áreas de conocimiento, ya que sólo del estudio profundo de la ciencia surgen ideas nuevas y, en su caso, se asegura no incurrir en errores generalizados que con frecuencia se encuentran hasta en los manuales escolares. Debe tenerse en cuenta asimismo las opiniones de los propios *alumnos* en la elección de los contenidos y métodos de enseñanza, para lo cual se tendrán reuniones para que en su forma coloquial exponga a los profesores sus preferencias y dificultades.

Sistemas pedagógicos suficientemente conocidos deben concretarse ya en realidades, dejando de ser inefables supuestos deseables; en la mente de cualquier profesor hay muchos sistemas que pueden aplicarse en este sentido. Pueden llevarse a la práctica sistemas basados en los centros de interés de Decroly, en el Dalton Plan, en el método de proyectos... Refiriéndonos a algunos ejemplos concretos, el *centro de interés* «La lucha contra la intemperie», como una necesidad del hombre, implica tratar diversos aspectos de física y química: la atmósfera, el clima, la combustión, el calor del sol, fuentes de calor (madera, carbón, gas, electricidad, petróleo), materiales de construcción, etc. Si se pretende el *proyecto* de estudiar «El clima de la localidad» montaremos en la escuela una estación meteorológica, se recogerán datos de fuentes muy diversas y se interpretarán los resultados obtenidos. En este estudio los escolares tienen que considerar muchas cuestiones de física: termómetros, barómetros, pluviómetros, el agua, el aire, las precipitaciones, etc. El mayor inconveniente que presentan estos sistemas es que los alumnos consideran unos temas con gran intensidad, mientras que otros prácticamente son ignorados; pero debe tenerse en cuenta que todos los métodos activos requieren acortar previamente los programas en uso.

Deseamos finalmente hacer una breve alusión a modalidades de programación más recientes. Se dispone ya de material para el trabajo individualizado por medio de *fichas* (debido a Dot-trens), así como de textos de *enseñanza programada* de la física y química a distintos niveles; estudios realizados muestran que estas ciencias son muy adecuadas para ser «programadas», y no es únicamente anecdótico que casi en los comienzos de este tipo de aprendizaje se publicara

—patrocinada por la Unesco—un curso programado de óptica, con el material didáctico correspondiente.

En resumen, un amplio espectro de investigaciones didácticas se presenta a los profesores, y la labor docente sólo es posible mediante la colaboración de especialistas y de expertos en pedagogía—*team teaching*—para evitar ya una ciencia superada, ya unos métodos rutinarios.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, S., AND CLARKE, N. (Eds.): *International Education in Physics*. Unesco. París, 1960.
- CARIN, A., Y SUND, R.: *La enseñanza de las ciencias por el descubrimiento*. UTEHA. Méjico, 1967.
- CHAPMAN, S.: *How to Study Physics*. Cornell Aeronautical Laboratory, Inc., 1949.
- CHEMICAL BOND APPROACH PROJECT (CBA). Versión española: *Sistemas químicos*. Ed. Reverté. Barcelona, 1966.
- Texto básico.
 - Investigación, guía de laboratorio.
 - Guía del profesor.
 - Investigación, guía del profesor.
- CHEMICAL EDUCATION MATERIAL STUDY (CHEM). Versión española: *Química, una ciencia experimental*. Ed. Reverté. Barcelona, 1966.
- Texto básico.
 - Guía de laboratorio.
 - Guía del profesor.
- DOTRENS, R.: *Cómo mejorar los programas escolares*. Ed. Kapelus. Buenos Aires, 1961.
- GIREP (Grupo Internacional de Investigación de la Enseñanza de la Física). Coloquio internacional en Lausanne, 1967. *Rev. Dialéctica*, vol. 21.
- Introductory Physical Science (IPS). Versión española: *Curso de introducción a las Ciencias Físicas*. Ed. Reverté. Barcelona, 1967.
- Texto básico de experiencias.
 - Guía del profesor.
- NUFFIELD SCIENCE TEACHING PROJECT: *Physics*. Ed. Longmans. Penguin Books. Londres, 1962.
- Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE). París.
- *Enseignement actuel de la physique* (1960).
 - *Chimie scolaire* (1964).
 - *Chimie moderne: guide pour enseignants* (1963).
 - *Politique à suivre en matière d'enseignement scientifique* (1961).
 - *Un nouvel enseignement de la chimie* (1960).
- Physical Science Study Committee (PSSC). Versión española: *Física*. Ed. Reverté. Barcelona, 1966.
- Texto básico.
 - Guía de laboratorio.
 - Guía del profesor.
 - Lecturas adicionales.
- Progress report of the Commission on College Physics. *American Journal of Physics*, vol. 30, 1962.
- UNESCO, París.
- *Education in a technical society* (1961).
 - *Elaboration et promulgation des programmes de l'enseignement primaire et du second degré*. Unesco-BIE, 1960.
 - *Enseñanza profesional y técnica*. Bibliografía internacional (1960).
 - *Manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*. 2.^a ed., 1964.
 - *Training of technical and scientific staff* (1961).